

岡山大学農学報 (59), 63-68 (1982)

アイリスりん茎の形成・肥大に関する 組織学的研究

中本和博^{a)}・安井公一
(附属農場)

Received October 31, 1981

Histological Studies on the Formation and Thickening Growth of Iris Bulbs

Kazuhiro NAKAMOTO^{a)} and Koichi YASUI
(Research Farm)

The process of formation and thickening growth of iris bulbs in the usual bulb producing culture was studied by histological method.

Mother bulblets of 'Wedgwood' (wt. 0.8g) planted on Sept. 28, 1974 were used to this experiment. Plant bodies were sampled at weekly intervals from Aug. 17 to June 14 of next year. Materials were fixed immediately and examined microscopically.

The results obtained were summarized as follows:

1. Growth periods of iris plants might be divided into four main growing stages. In this experiment, the first growing stage continued from planting time to late Jan. of the next year. In the next dull growing stage, from late Jan. to late Mar., plant growth was slowed by low temperature. The second growing stage follows the dull stage, and it was about 40 days from late Mar. to early May. The last maturing stage continued from early May to mid June.

2. The only younger leaf primodium which differentiated after Nov. 12 developed into storage scale of new bulb.

3. In the early growing stage of new bulb, from the beginning to late Apr., thickening growth of storage scale was caused by cell multiplication and enlargement. But the last growing stage of about 50 days, thickening growth of new bulb was depended mostly upon cell enlargement.

4. In the case of iris bulb formation, young leaf primordia have a differentiation potency to develop either into a foliage leaf or into a storage scale.

緒 言

アイリスりん茎は早春から肥大を始めて初夏に形成を終り、夏の間は休眠状態で経過して秋に再び次代の生長を開始する。

このりん茎の形成に関してはさまざまな角度から研究が行われており、萩屋は栽培学的な見地から草たけやりん茎の肥大を基準としてその形成過程を4期に区分している。すなわち、秋の発芽から冬の低温期に入るまでの一次生長期、冬期の生長停滞期、早春から5月上旬頃までの二次生長期、これに続く掘り上げまでのりん茎充実期である^{3,4)}。

また、りん茎の形成に及ぼす温度の影響に関するものとしては青葉¹⁾、上本¹⁰⁾、山根¹¹⁾らの研究があり、アイリスも他の秋植え球根と同様に低温の経過によって球根を形成し得る生理状態が誘起されることが知られている。

a) 現在、和歌山県立熊野高校, Kumano High School, Wakayama prefecture

しかし、これらの研究にくらべ母球の内部における新りん茎の形成から成熟に到る過程を解剖学的あるいは組織学的に検討したものはほとんど見られない。

アイリスのりん茎は次代の生長の基盤となる貯蔵器官・繁殖器官であり、その主体をなすりん片は貯蔵細胞の集まった比較的均一な細胞構成となっている。したがって果実などで行なわれているように^{7,8,9)}、その肥大過程を細胞数の増加とその容積の増加という面からとらえ、解析することが可能である。このような解析は前述の栽培学的見地からの研究や、あるいはりん茎の肥大に及ぼす温度の影響などを追究する場合の基礎になるものと考えられる。

この研究は以上のような考察のもとに、慣行の球根養成栽培におけるりん茎の形成肥大過程を組織学、組織化学的手法によって明らかにしようとしたものである。

材 料 と 方 法

1. 材 料

1974年6月中旬に掘上げた平均球重0.8gの鳥取産‘ウェッジウッド’の側球を用いた。入手後は室温に貯蔵しておいて9月28日に本学の圃場に定植し、慣行法に従って翌年の6月中旬地上部が倒伏するまで栽培を続けた。定植前の8月17日から翌年の6月14日まで1週間ごとに5個体をサンプリングし、茎頂部を外さないようにりん茎の中心部を縦方向に板状に切り取ってF. A. A. (50%エタノール90ml, ホルマリン, 氷酢酸, 各5ml) で固定した。生育中のものにあつては同時に草たけ、展開葉数も記録した。

2. 検鏡標本の作成

固定した材料はエタノールシリーズで脱水後、安息香酸メチルとベンゼンを仲介としてパラフィン封入し、植物体の軸方向の15 μ 連続切片を作成した。

茎頂部の形態観察を主とした材料はデラフィールドのヘマトキシリンで染色したが、これとは別にりん片細胞の主な貯蔵物質であるでん粉粒の消長を見るために一部の材料はPeridic acid-Schiff 反応(McMANUS 1946)によって染色した。

3. 細胞径の測定と肥大解析

細胞肥大とりん茎の肥大の相関を見るため各サンプリング時期の標本についてりん片を構成する細胞の大きさを測定した。この場合、測定位置はりん茎の肥大にもっとも関係が深いと思われる最外側貯蔵りん片のもっとも肥厚した部分とし、1個体について50細胞の横径を接眼測微計で測定した。サンプリングごとに5個体を用い、合計250細胞の平均値をその時期の細胞直径とした。

次にりん茎肥大と細胞の肥大およびその数の増加の関係はHuxleyの相対生長の理論⁵⁾によって解析した。

すなわち、りん茎横径を x 、細胞の大きさを y とすると両者の関係は

$$y = bx^{\alpha} \quad (b, \alpha \text{ は定数})$$

で表わされる。これの対数をとると、

$$\log y = \log b + \alpha \log x$$

となり、 $\log y = Y$, $\log b = B$, $\log x = X$ とすると、

$$Y = B + \alpha X$$

の形の一次方程式となり、両対数方眼紙上で直線となる。

比例定数 α はこの直線の方角係数であり、これが $\alpha < 1$ のときは x の増加は y の増加より大で細胞分裂が行われていることを示し、 $\alpha = 1$ のときは細胞数の増加を伴わないりん茎肥大、すなわち細胞体積の増加とりん茎の肥大が同じ割合で行われていることを表してい

る。

この実験では直角座標の両対数方眼紙の縦軸に細胞直径、横軸にりん茎横径をとって、平均測定値の対数によって回帰方程式を求め、グラフ上に各点を代表して結ぶ直線を定めた。

4. でん粉粒の大きさの測定

各サンプリング時期の母球および新球のりん片細胞についてその中に含まれるでん粉粒の大きさを測定した。でん粉粒は、母球、新球とも1細胞中最大のものを1個選んで接眼測微計で直径を測り50粒の平均値をもってその時期の値とした。

実 験 結 果

9月28日に定植した母球は10月26日から発芽を始めた。

草たけの変化 (Fig. 1) をみると、発芽時から約14cmに達するまではゆるやかに伸長し

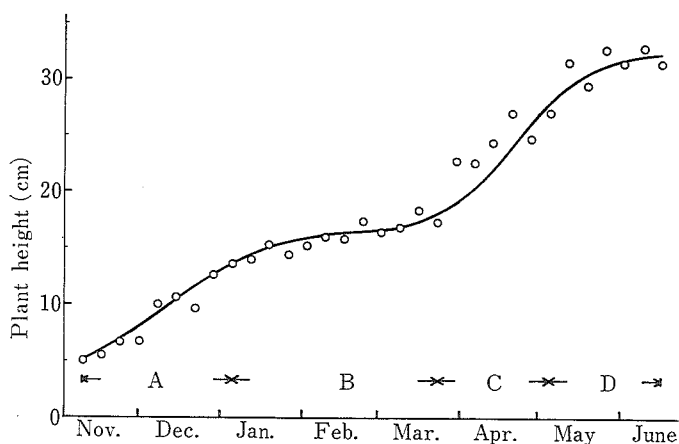


Fig. 1 Seasonal changes of plant height.

A: first growth stage B: dull growth stage

C: second growth stage D: bulb ripening stage

たが1月上旬から気温の低下につれて生長が停滞した。そして3月下旬からの温度の上昇にともなって急速な伸長が始まり草たけが約30cmに達する5月上旬まで続いた。その後はりん茎の成熟期に入って伸長は停止した。

発芽から地上部の枯死に到る全生育期間を草たけの伸長状態によって分割すると Fig. 1 の下部に示した A, B, C, D の4期となり、これまでに行われた調査^{3,4)}とよく一致した。なお二次不定根の発生は1月上旬から認められた

8月17日の室温貯蔵中における母球の縦断標本について茎頂部付近の状態をみると、母球の貯蔵りん片に包まれて4枚の葉原基が認められ (Fig. 2), また母球りん片のえき部には次世代の側球に発達するえき芽の葉原基1, 2枚が分化していた。

室温貯蔵中にはこれらの葉原基数は増加せず、茎頂部に5枚目のものが観察されたのは定植時 (9月28日) から2週間後の10月12日であり、また6枚目の葉原基が分化したのは5週間後の11月2日であった。最終的に展開して鞘葉、普通葉となったのはこのうちの5枚のみであった。

新りん茎の肥大状態 (Fig. 3) をみると3月中旬まではその横径は1.0mm以下でほとんど肥大は認められなかった。しかし、3月下旬以降草たけの伸長につれて急速に肥大速度を

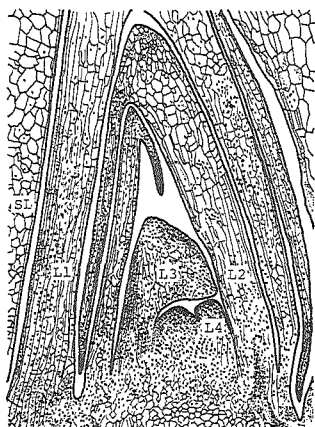


Fig. 2 Longitudinal section of the terminal bud of mother bulb-let (Wt. 0.8g) on Aug. 17.
L1~L4: Leaf primordia,
SL: Innermost scale of mother bulb-let.

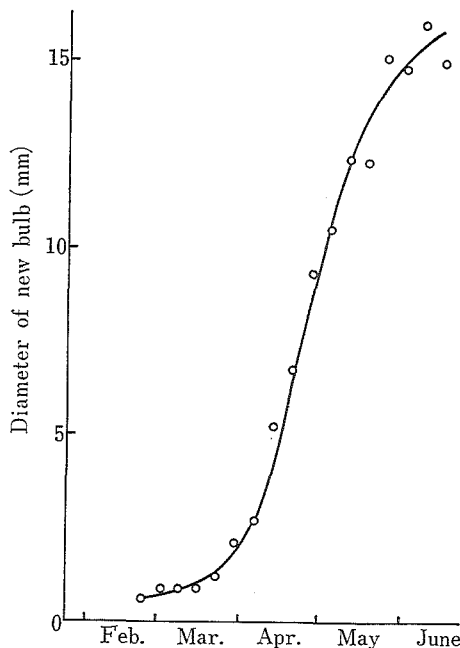


Fig. 3 Seasonal changes of new bulb diameter.

増し5月下旬までの2か月間に横径は1.5 cmに達した。そしてこの時期以後りん茎の肥大はほとんど停止した。

りん茎の肥大期間中におけるりん片細胞の大きさの変化をFig. 4に示した。これについてみると3月下旬までの細胞の直径は30 μ 程度であり、2月上旬の約20 μ からわずかな増加がみられたにとどまった。しかし、3月下旬以降細胞は急速にその直径を増し6月中旬の実験終了時には約100 μ となった。

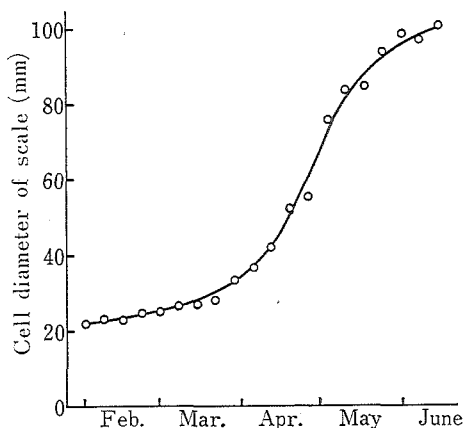


Fig. 4 Seasonal changes of cell diameter in outermost storage scale of new bulb.

次に前述の Huxley の相対生長の理論に従ってりん茎の横径とりん片細胞の直径の関係をグラフに表したところFig. 5のようになった。すなわち、4月下旬を境としてそれ以前の各点を代表して結ぶ直線は両対数グラフ上で $y = 12.8x^{0.2296}$ の直線で表わされ、以後のものは $y = 7.49x^{0.9518}$ の直線となって4月下旬に変曲点のあることが認められた。

母球および新球のりん片細胞中におけるでん粉粒の大きさの変化をFig. 6に示した。

母球についてみると定植前に約30 μ であったでん粉粒の直径は発芽、発根に併って急速に小さくなり、1月上旬には約20 μ となった。しかし、その後は低温期

に入って生長が停滞し、直径の減少も横ばい状態となった。本実験では細胞中におけるでん粉粒の数についての計測は行わなかったが検鏡の結果では3月上旬には著しくその数を減じ、細胞中にわずかの粒子が認められたにすぎなかった。

一方、新球のりん片内におけるでん粉粒の肥大状態をみると3月下旬までは約 10μ の直径にすぎなかったがその後りん茎およびその構成細胞の肥大と平行して急速に大きさを増し、6月中旬の実験終了時には平均直径が 36μ に達した。

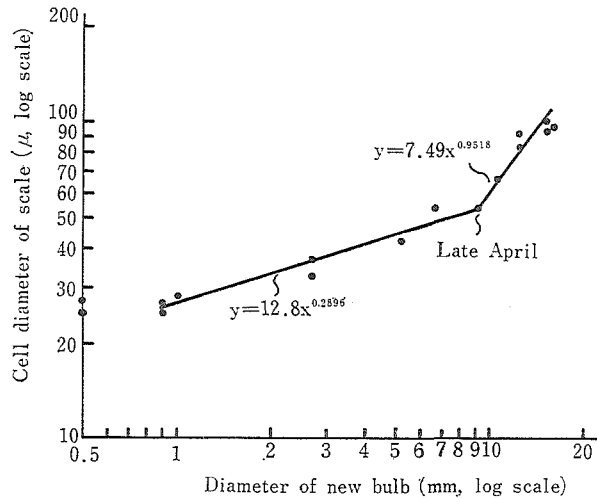


Fig. 5 Relation between cell diameter of scale and bulb diameter on the thickening growth of new bulb.

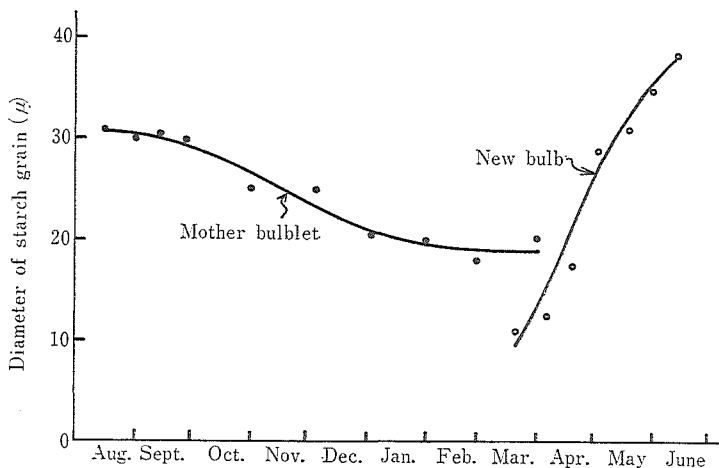


Fig. 6 Seasonal changes of starch grain diameter in the scale of mother bulblet and new bulbs.

また、本実験では経時的調査を行わなかったが3月下旬の観察では展開葉の地下葉しょう部にも直径約 20μ の貯蔵でん粒の粒子が多数認められた。

考 察

本研究に用いたアイリスの母球は実験開始時の8月17日には茎頂部に4枚の葉原基を持ち、5枚目は定植後の10月12日、6枚目は11月2日に分化した。このうち地上部に展開したのは5枚であったことから、新球を構成する貯蔵りん片となったのは6枚目より上位の葉原基であったことがわかる。

筆者らが本実験と平行して行なった母球を低温処理(8°C , 40日)して植付けた実験⁶⁾では展開葉は4枚であり、5枚目より上位のものが貯蔵りん片となった。これまでにも明らか

にされているように^{1,2,12)}, アイリスやテッポウユリの場合将来貯蔵りん片となるか普通葉となるかは分化の段階では決まっておらず, アイリスでは低温によるりん茎の形成状態が誘起されて後の葉原基がりん片となってゆくことが本実験からも推察された。

本実験におけるアイリスの生育期間を草たけの伸長, 新りん茎の肥大とそれを構成する細胞の状態, あるいは母球および新球内におけるでん粉粒の消長などから総合的に判断すると定植から1月上旬までを一次生長期, 3月下旬までを生長停滞期, 5月上旬までを二次生長期, それ以後を充実期とするのが妥当と思われた。すなわち, 一次長期間中には母球の貯蔵養分を使つての発芽発根が進んで植物体の形成が行われ, 続いて冬を生長停滞期に入る。この期間中には生長はほとんど見られないが生理的にはこの間に新りん茎の肥大をひき起こす状態が誘起されるものと考えられる。これに続く二次生長期には新りん茎の細胞数の増加と細胞肥大が急速に進んで, 同時に細胞内へのでん粉粒の蓄積が行われる。そして最後の充実期には同化作用によるでん粉の蓄積が進むほか, それまで展開葉の葉しょう部など母植物に貯えられていた貯蔵物質の新りん茎への転流が行われるものと考えられる。

新りん茎の肥大と細胞大の関係を相対生長の理論によって考察すると Fig. 5 に示すとおり, グラフ上の点は4月下旬の変曲点を界として折れる2本の直線によってほぼ代表されることとなった。4月下旬以後の直線はりん茎肥大と細胞肥大がほぼ対応していることを示しており, このことは細胞肥大のみによって4月下旬以後のりん茎が肥大することを意味している。また, それ以前の直線勾配はりん茎の肥大に細胞数の増加も関与していることを示している。

アイリスのようなりん茎の肥大に果実などで用いられる相対生長の理論を適用するのは問題がない訳ではない。すなわち, 層状りん茎であるアイリスのりん茎は3~4枚のりん片から成り, それぞれの分化時期, 重量が異なることである。しかし, 本実験で代表として用いた最下位のりん片はりん茎生体重の64%を占めていることから¹¹⁾, ある範囲内での傾向を知る上では支障のないものと考えられた。また, 肥大の指標として用いたりん茎の横径もりん片の重なったものを測定した値であるために果実などとは異なって肥大の真の指標となり得るかとの危惧がある。しかし, りん茎の横径と重量の間には $r = 0.959$ の高い相関があるため¹¹⁾, その誤差は許容範囲におさまるものと考えられた。

摘 要

慣行の球根養成栽培におけるアイリスりん茎の形成・肥大過程を明らかにする目的で, 組織学的方法により研究を行なった。1974年6月28日に母球として‘ウェッジウッド’の0.8gのりん茎を定植し実験材料とした。定植前の8月17日から翌年の6月14日まで1週間ごとに植物体をサンプリングし, 直ちに固定して組織標本を作成し検鏡した。

結果は次のとおりであった。

1. アイリスの生育期間は大きく4期に区分するのが妥当であった。本実験の場合一次生長期は定植時から次年の1月下旬までであった。次の生長停滞期は3月下旬までで, この間は低温によって生長が抑圧された。生長停滞期に続く二次生長期は3月下旬から5月上旬までの約40日であった。最後の充実期は5月上旬から6月中旬まで続いた。

2. 新球の貯蔵りん片になったのは11月12日以後に分化した若い葉原基であった。

3. 4月下旬までの新りん茎の貯蔵りん片の肥大は細胞数の増加と細胞肥大によるものであった。しかし, 最後の50日間の生育期間におけるりん茎の肥大は主に細胞の肥大によった。

4. アイリスのりん茎形成の場合, 若い葉原基は貯蔵りん片と普通葉の何れにも発達し得る能力を持っていた。

文 献

- 1) 青葉 高: 園学雑 **43**, 273-280 (1974)
- 2) 安藤敏夫・塚本洋太郎: 園芸学会秋季大会発表要旨, 272-273 (1973)
- 3) 萩屋 薫: 農及園 **37**, 909-913 1233-1236 1387-1390 (1962)
- 4) 萩屋 薫: 農及園 **38**, 1021-1024 (1963)
- 5) HUXLEY, J. and J. O. YOUNG: Nature **137**, 780-781 (1936)
- 6) 中本和博・安井公一・小西国義: 園芸学会秋季大会発表要旨, 276-277 (1975)
- 7) SINNOTT, E. W.: Amer. J. Bot. **26** (4), 179-189 (1939)
- 8) SMITH, W. H.: Ann. Bot. **14**, 23-38 (1950)
- 9) TUKEY, H. B. and J. O. YOUNG: Bot. Gaz. **100**, 723-749 (1939)
- 10) 上本俊平・福島栄二: 園芸学会秋季大会発表要旨, 257-258 (1966)
- 11) 山根幹世・長谷川繁樹: 園芸学会秋季大会発表要旨, 391 (1971)
- 12) 安井公一: 岡山大農学報 **45**, 21-26 (1975)

正 誤 表 (Errata)

頁 (Page)	行 (Line)	誤 (Erratum)	正 (Correct)
15	Table 3 (Footnote)	mere	were
49	12	Methallbure	Methallibure
50	18	それらの組織学的研究	それらを組織学的研究
52	19	AIMAX 投与豚	AIMAX 投与量の多い豚
52	19	(Table 4, 5) .	(Table 4) .
54	7	性周期の性殖腺	性周期の抑制, 生殖腺
63	17	thise xperiment	this experiment